

THESIS

MUNICH

1966

HANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
300 LUMUM DRIVE
PALO ALTO, CALIF.

Nachuntersuchungen
an 33 kindlichen Oberschenkelfrakturen
auf Winkel- und Längenänderungen
des gesamten Beins

von

Hansotto Schwacke

AUS DER
CHIRURGISCHEN UND ORTHOPÄDISCHEN ABTEILUNG
DER KINDERKLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Vorstand : Prof. Dr. Anton Oberniedermayr

Nachuntersuchungen
an 33 kindlichen Oberschenkelfrakturen
auf Winkel- und Längenänderungen des
gesamten Beins

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Hansotto Schwacke
aus
Düsseldorf

München 1966

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter : Prof.Dr.A.Oberniedermayr

Dekan : Prof.Dr.R.Zenker

Tag der mündlichen Prüfung : 7.Juni 1966

I N H A L T S A N G A B E

A : Anlaß und Fragestellung der Arbeit	S. 1
B : Änderungen der Winkel- und Längen- verhältnisse des Beins nach kind- lichen Oberschenkelbrüchen	S. 2-42
I. Vorbemerkungen zur Methode der Nachuntersuchung und der Auswertung	S. 4
II. Eigene Ergebnisse in jeweiligem Vergleich mit der Literatur	S. 9-30
Funktionelles Resultat	S. 9
Die Dislocatio ad axin in der Frontalebene	S. 10
Grundsätzliche Möglichkeiten der Winkel - änderungen im Gefolge einer Achsenknickung	S. 14
Die Verhältnisse im Kniegelenk	S. 17
Veränderungen im Collum-Diaphysen- Winkel	S. 22
Veränderungen im Sprunggelenk	S. 28
Weitere Umformungen des Beins	S. 29
III. Längenänderungen des Beins	S. 31-42
Theorien über deren Ursachen	S. 31
Die Gesamtbeinlänge	S. 33
Der Oberschenkelschaft	S. 37
Der Schenkelhals	S. 39
Der Unterschenkel	S. 42
C: Zusammenfassung und Diskussion	S. 44-46.
Literaturverzeichnis	S. 47



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40154017_0148

Über die Behandlung der Oberschenkelbrüche im Kindesalter gehen die Meinungen stark auseinander, vor allem dort, wo die Indikationsbereiche der konservativen und operativen Maßnahmen gegeneinander abgegrenzt werden sollen. Diese Uneinigkeit beruht auf der unterschiedlichen Beurteilung der Leistungsfähigkeit der konkurrierenden Methoden wie auf der Frage, in welchem Maß, Zeitraum und Altersbereich der kindliche Knochen Fehlstellungen irgendwelcher Art spontan auszugleichen vermag .

Im Mittelpunkt der Diskussion steht die Frage der Achsenknickung und ihrer Korrektur bzw. die möglichen Folgen, wenn eine solche primär oder auch sekundär nicht ausgeglichen wird. Auf dem Chirurgenkongreß des Jahres 1963 wurde dieses Problem erörtert. Vor allem wurde gewarnt vor einer " Schaftkosmetik ", wenn nicht gleichzeitig die Vorgänge an den benachbarten Gelenken berücksichtigt werden, da " die Begradigung des Schaftes überhaupt nichts an der Fehlstellung der Gelenkebenen ändert ". (6) Derselbe Vortragende wies auf das Fehlen entsprechender Untersuchungen hin :

" Wir konnten in der Literatur keine Arbeit finden, in der die Stellung der Gelenkebenen als Maßstab der Korrektur gewertet wurden."

Da mir nach eigener Durchsicht der entsprechenden Literatur keine derartige systematische Untersuchung bekannt wurde, habe ich mir auf Anregung von Herrn Oberarzt Dr. Singer die Aufgabe gestellt, mit Hilfe der Ergebnisse von Nachuntersuchungen folgende Fragen zu beantworten :

1. Wie ändert sich die primär bestehende Achsenknickung in der Frontalebene im Lauf der Zeit (0 - 6 Jahre nach der Fraktur), dh., wie weit bildet sie sich zurück ? Welche Bedeutung kommt einer primär oder sekundär nicht oder wenig korrigierten Achsenknickung zu, vor allem in Bezug auf die Statik des Beins ?

2. Welchen Einfluß nehmen die Oberschenkelfraktur und ihre Folgen auf die Winkelverhältnisse entlang der Traglinie des Beins, dh., welche belastungsmäßig bedeutenden Auswirkungen an Hüft-, Knie- und oberem Sprunggelenk kann man nachweisen ?

3. In welchem Maß und unter welchen erkennbaren Bedingungen ändert sich nach der Fraktur die Länge des Oberschenkelchaftes, des Schenkelhalses und des Unterschenkels ?

Zugleich wird das Ergebnis dieser Untersuchungen eine Antwort geben können auf die Frage nach der Wertigkeit der konservativen Behandlungsmethode, da die gewählten Fälle ausschließlich konservativ behandelt worden waren .

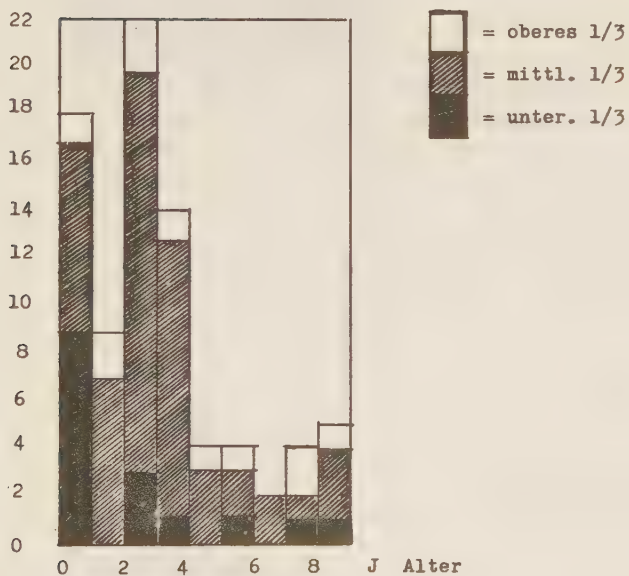
Der kindliche Oberschenkelbruch wird an der chirurgisch-orthopädischen Abteilung der Universitäts - Kinderklinik München grundsätzlich nach Einrichtung mit Extension behandelt, und zwar in dem Altersbereich der Kinder, den unsere Nachuntersuchung erfaßt (0 - 8 Jahre), vorwiegend mit Heftpflaster- (Schede), später auch mit Kirschnerdrahtextension. Nach befriedigendem Ausfall der Stellungskontrollen und Prüfung der fortschreitenden Callusbildung wird durchschnittlich nach 21 Tagen ein Becken-Bein-Gips angelegt. Nach ca. 4 - 7 Wochen erfolgt nochmalige Einbestellung und Entfernung des Gipses.

In den Jahren 1958 bis 1963 wurden insgesamt 82 Kinder wegen eines Oberschenkelbruchs stationär behandelt. Die Abb. 1 gibt Auskunft über die Altersverteilung der Kinder und die Lokalisation der jeweiligen Fraktur.

Der Anteil der Grünholzfrakturen betrug etwa 5 %, die Frakturformen teilten sich wie folgt auf :

Abb. 1 : Lokalisation und Altersverteilung der
82 Oberschenkelfrakturen

Zahl:



Querfraktur	Schrägfraktur	Spiralfraktur	Stückfraktur
28	41	10	3
= 34	50	12	4 %

Von diesen 82 Fällen waren 33 Kinder für unsere Nachuntersuchung erreichbar und für die Fragestellung verwertbar. Eine Auswahl erfolgte nur dahingehend, daß die kontrollierten Kinder möglichst eine bei Entlassung noch bestehende dislocatio ad axin (in der Frontalebene) haben sollten. Über das Alter dieser Kinder, die Lokalisation und Art der Fraktur unterrichten die Abb. 2 und 3.

Ein Fall konnte praktisch nicht ausgewertet werden, da eine Röntgenaufnahme fehlerhaft war.

Der Zeitraum zwischen Entlassung und Kontrolluntersuchung betrug zwischen 10 Monate und 6 Jahre , das Alter der Kinder zum Zeitpunkt der Kontrolle zwischen 2 und 10 Jahre .

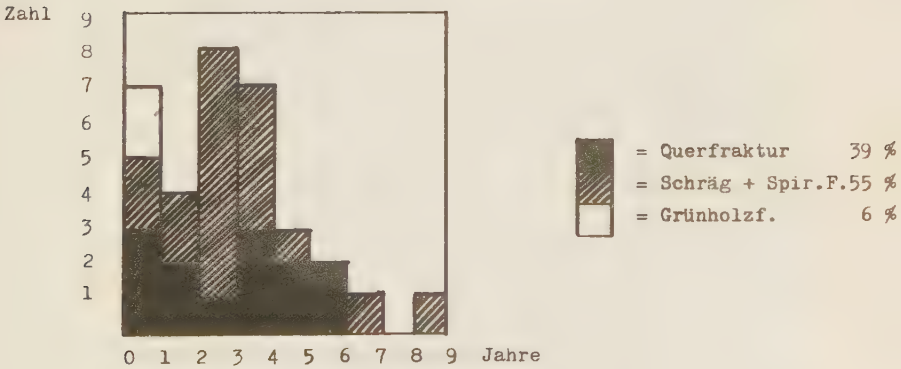
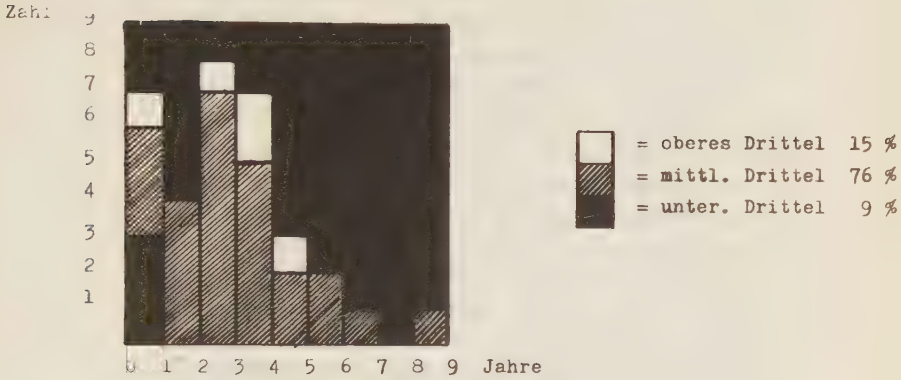
Zeitraum seit Entlassung		Zahl der Fälle
10	Monate	2
1 - 2	Jahre	9
2 - 3	"	9
3 - 4	"	6
4 - 5	"	4
5 - 6	"	1
6 - 7	"	2
		33

Methode der Kontrolluntersuchung

Alle Kinder wurden in die Klinik einbestellt und dort untersucht. Neben den Angaben über Schmerzen, Hinken oder Bewegungseinschränkung wurde verwertet:

Inspektion der Beinsetzung, der Wirbelsäule , der Haltung und des Ganges. Beim Prüfen der Beweglichkeit von Hüft-, Knie- und Sprunggelenken wurden,

Abb. 2,3 : Lokalisation und Art der 33 Oberschenkelfrakturen



wo vorhanden, grobe Seitenunterschiede im Bewegungs-
ausmaß in Winkelgraden gemessen ; Schubladen- und
Wackelphänomen sowie die Messung des Oberschenkelum-
fanges schlossen die klinische Prüfung ab.

Bei der nun folgenden Röntgenaufnahme ging es
vor allem darum, eine Technik anzuwenden, die eine
genaue Wiedergabe der zu messenden Größen gestattet,
und die zugleich das gesamte Bein aufnimmt. Ferner
mußten die Bedingungen möglichst gleich und konstant
sein. Zu diesem Zweck wurde bei jedem Kind aus 2.20 m
F-F-Abstand eine a.p.-Aufnahme der Größe 30 x 90 cm
gemacht, so daß in allen Fällen beide Beine, oft je-
doch auch Becken und LWS dargestellt wurden. (Zentrie-
rung mittels Zielgerät auf die Kniegelenksachse) Alle
Aufnahmen erfolgten am stehenden Kind, bei Fußschluß
und durchgestrecktem Kniegelenk. Die Röntgenkassette
stand stets genau senkrecht (Wasserwaage), so daß spä-
ter aus dem Höhenstand der Beckenkante eine evtl. vor-
handene Längendifferenz der Beine ersichtlich und meß-
bar war. (nach Ehalt(3))

Zur Technik der Auswertung der Röntgenbilder :

Um eine exakte Ausmessung der einzelnen Geraden
und Winkel zu ermöglichen, wurden folgende Definitio-
nen und Bestimmungsmöglichkeiten herangezogen :

Zunächst wurde der Centrum-Collum-Diaphysenwinkel
(Müller) = CCD bestimmt. Er wird als projizierter
Winkelwert der Schenkelhalsneigung des Oberschenkels
angegeben, (die Antetorsion bleibt somit unberück -
sichtigt) da der absolute Wert in unserem Fall durch
den Vergleich mit der Gegenseite keine Bedeutung hat.

Zur Auffindung des Kopfmittelpunktes hat MÜLLER
(11) die Methode des Röntgenischimeters angegeben ,
nach deren Prinzip auch ich vorging. Als Bezugspunkte
gelten dabei der lateralste Punkt der Kopfepiphyse
und der Diaphysenstachel (Hilgenreiner).

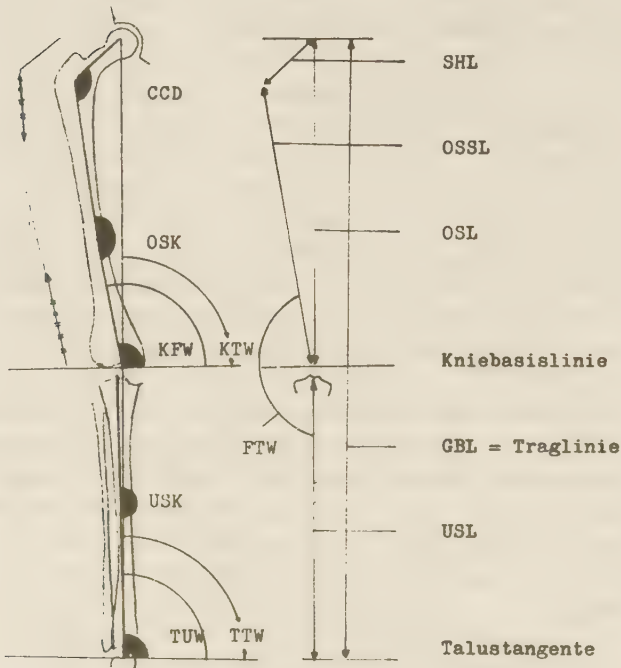
Die Bestimmung der Schenkelhalsachse wurde nach dem Vorschlag desselben Autors vorgenommen, der eine Gerade durch die Mitte des Kreissegmentes zieht, das vom tiefsten Punkt des äußeren Halsumrisses zur medialen Halskortikalis zieht.

Im allgemeinen ermittelt man die Oberschenkel - schaftachse, indem man den Schaft in seiner Länge drittelt und die entsprechenden Mittelpunkte verbindet. Diese Methode erschien mir zu ungenau, einmal, weil die physiologische Krümmung des kindlichen Oberschenkels größer als die des Erwachsenen ist und somit stark von einer Geraden abweicht; zum anderen besteht in unseren Fällen häufig noch eine Abknickung des Schaftes, deren Scheitelpunkt nur zufällig mit einem der so ermittelten Mittelpunkte zusammenfallen dürfte. Abb. 4 zeigt, welcher Weg aus diesem Grunde eingeschlagen wurde: Sowohl in den kniegelenksnahen wie in den halsnahen Abschnitt des Oberschenkelchaftes wurden - in der Längsachse aufeinander folgend - mehrere Querschnitte gelegt und deren Mittelpunkte bestimmt. Damit ergeben sich zwei Geraden, die - werden sie bis zu ihrem Schnittpunkt verlängert - den Winkel der Gesamtknickung bzw. -krümmung in der Frontalebene umschließen. Auch eine geringgradige frakturbedingte Acsenknickung wird, im Vergleich mit der Gegenseite, in diesem Winkelwert zum Ausdruck kommen.

Als Kniegelenksmittelpunkt wurde der Schnittpunkt der eben beschriebenen distalen Schaftachse mit der Tangente an die Femurkondylen (=Kniegelenksachse) festgesetzt.

Die Bestimmung der Unterschenkelachse bzw. der Unterschenkelkrümmung erfolgte nach demselben Prinzip wie beim Oberschenkel. Dabei wurde als Mittelpunkt des oberen Sprunggelenkes wieder der Schnittpunkt des distalen Schaftanteils mit der Tangente an die Talusrolle angenommen. Schließlich wurde auf jedem Röntgenbild die Traglinie eingezeichnet. Es ergeben sich folgende Winkel mit ihren angewandten Abkürzungen: (Abb.4)

Abb.4 : Darstellung der Benennungen



CCD = Centrum-Collum-Diaphysenwinkel

KTW = Kniebasis-Traglinienwinkel

KFW = Kniebasis-Femur-Winkel

TTW = Talus-Traglinien-Winkel

TUW = Talus-Unterschenkel-Winkel

OSK = Oberschenkel-Krümmungs-Winkel

FTW = Femur-Tibia-Winkel

OSSL = Oberschenkelschaftlänge

OSL = Oberschenkellänge

SHL = Schenkelhalslänge

USL = Unterschenkellänge

GBL = Gesamtbeinlänge (= Traglinienlänge)

SHL = Mittelpunkte der Schaftquerschnitte im kranialen und caudalen Schaftanteil

USK = Unterschenkel-Krümmungswinkel

Funktionelles Ergebnis ;

Das Ergebnis der Frakturheilung, soweit die klinische Kontrolle darüber aussagen kann, war gut. Bei 28 von 33 Kindern (= 85 %) konnte kein von der Norm abweichender Befund in Bezug auf Gang, Haltung oder Beweglichkeit in den Gelenken erhoben werden.

(vgl 7 : 38 % ,s.a. 8,14,19)

Drei Kinder zeigten einen etwas unbeholfenen Gang, zwei davon mit außenrotiertem Fuß (Frakturseite), der auch im Sinne eines Knickfußes verändert war. Es handelt sich um Fälle, die 2 bzw. $2\frac{1}{2}$ Jahre nach der Fraktur untersucht wurden. Bei beiden fiel ein Genu valgum auf (von 7° und 4°), die Röntgenaufnahme zeigte ferner den TTW um 8° bzw. 6° verschieden von dem der Gegenseite. Der dritte Fall mit dem einwärtsrotierten Fuß wies sonst keine Besonderheiten auf.

Bei zwei Kindern fanden sich deutliche Unterschiede im Rotationsausmaß des frakturseitigen Hüftgelenks (nach 3 bzw. 6 Jahren), die etwa 20° betrugen. In beiden Fällen war der CCD-Winkel auf dem Rö-Bild um 6° bzw. 7° verschieden von dem der Gegenseite.

Schließlich ließen sich klinisch 5 Fälle von leichter skoliotischer Fehlhaltung der Lendenwirbelsäule feststellen. Bei allen deckte das Rö-Bild Längendifferenzen der Beine auf (8,8,8,9,15 mm) und einen entsprechenden Schiefstand des Beckens, gemessen am Höhenunterschied der Beckenkämme (6,6,13,5,13 mm).

Schmerzen wurden von keinem Kind geäußert, was auch die Mütter bestätigten.-

In ca. 50 % der Fälle unserer Nachuntersuchung bestanden Differenzen im Umfang der Oberschenkelmuskulatur von 0.5 bis 2.0 cm .Dies traf auf Fälle bis zu $4\frac{1}{2}$ Jahre nach der Fraktur zu, dabei überwogen deutlich solche Brüche mit ehemaliger starker Verkürzung. (1.5 bis 3.0 cm) Da in jedem Fall der fraktur - seitige Oberschenkel den geringeren Umfang aufwies , darf man diese Differenzen zumindest zu einem Großteil als Ausdruck einer frakturbedingten relativen Atrophie der Oberschenkelmuskulatur und weniger als physiologischen rechts-Links-Unterschied werten.

Die dislocatio ad axin (in der Frontalebene) :

Die Angaben, in welchem Maß ein spontaner Ausgleich dieser bei konservativ behandelten Brüchen so häufigen Fehlstellung möglich ist, schwanken zwischen 10° und 25° (Jonaschilo⁸, Barford u. Christensen, Neer, Cadman, Weber : 25° , zit. nach 17).

Bei 24 Patienten unserer Nachuntersuchung war nach den alten Röntgenbildern eine Achsenknickung bei Entlassung vorhanden, die ausgemessen wurde. Sie lag zwischen 3° und 25° . (Diese Werte sind als Mindestmaße zu verstehen, da die Aufnahmen seinerzeit nicht unter Bedingungen erfolgten, die eine falsche Wiedergabe der Winkel- und Längenverhältnisse ausschlossen.)

Bei weiteren 6 der Kinder ließ sich auf den früheren Röntgenbildern keine Achsenknickung nachweisen.

Bei den restlichen 3 der 33 Patienten war das Röntgenbild nicht erreichbar oder aber nicht auswertbar. Ich beziehe mich in der nachfolgenden Tabelle nur auf die obengenannten 24 Fälle.

Jeweils nach dem Zeitraum zwischen Behandlung und Nachuntersuchung geordnet, ergab sich folgendes :

Von den 24 Fällen mit Achsenknickung waren im Laufe von 2, 4, spätestens aber 6 Jahren nach der Fraktur

- 12 vollständig ausgeglichen,
- 4 gebessert,
- 7 praktisch unverändert und
- 1 " überkorrigiert " .

(s. Tab. 1a)

	Achsenknickung in Winkelgraden (Seitendifferenz)		Anzahl der Fälle
	bei Entlassung	heute	
0 - 2 Jahre	- 3	+ 5	1 "überkorrigiert"
	- 10	0	
	- 3	0	3 ausgeglichen
	+ 6	+ 1	
	- 20	- 8	
	- 15	- 4	2 gebessert
2 - 4 Jahre	- 7	- 7	
	- 7	- 7	3 unverändert
	+ 10	+ 9	
	- 5	0	
	+ 5	0	
	- 6	+ 1	5 ausgeglichen
4 - 6 J.	- 25	- 6	
	- 15	- 3	
	- 15	- 5	2 gebessert
	- 6	- 2	
	+ 5	+ 6	
	+ 7	+ 7	3 unverändert
	+ 4	+ 3	
	+ 8	+ 2	
	- 8	- 2	
	+ 7	0	4 ausgeglichen
	- 3	0	
	- 5	- 4	1 unverändert

Tab. 1 a : zeitliche Änderung der Achsenknickung

Es ist noch hervorzuheben, daß die unverändert bestehenden Dislokationen ad axin nur geringe Ausmaße hatten. (von 3° bis 9° , im Durchschnitt 7°)

Einen Überblick über die jeweiligen Änderungen der Achsenknickung in der Zeit gibt die Abb. 5. Dazu ist zu sagen :

Die mäßigen Dislokationen (bis zu etwa 10°) waren nach 2/4/6 Jahren in 2/3 der Fälle ausgeglichen, 1/3 blieb jedoch unverändert. Das mag daran liegen, daß eine mäßige Schaftknickung entsprechend nur eine mäßige Fehlstellung der benachbarten Gelenkflächen bedingt und damit, wie später ausgeführt wird, auch nur einen schwachen Reiz für eine zielgerichtete Korrektur durch ein vermehrtes Epiphysenwachstum darstellt.

Die starken Dislokationen (bis zu 25°) zeigen eine ausgeprägte Tendenz zur Begradigung ! (anders bei 5) Die auffallendsten seien aufgeführt :
 $20^{\circ} - 8^{\circ}$, $15^{\circ} - 4^{\circ}$, $25^{\circ} - 6^{\circ}$, $15^{\circ} - 5^{\circ}$, $15^{\circ} - 3^{\circ}$.

Eine Gegenüberstellung der Achsenknickung im Varus- und Valgussinn ergab keinen wesentlichen Unterschied im Ausmaß der Rückbildung. Auch Art und Lokalisation oder das Alter der Kinder zum Zeitpunkt der Fraktur (in unseren Grenzen) hatten keinen sicheren Einfluß.

Unsere Ergebnisse bestätigen zunächst nur die Erfahrung, daß der kindliche Oberschenkel in einem bestimmten Altersbereich - maßgebliche Autoren setzen die Grenze bei 8-10 Jahren- durchaus in der Lage ist, Achsenknickungen bis zu 25° im Lauf von ca. 6 Jahren weitgehend oder ganz auszugleichen. Aus dieser Tatsache darf, wie wir noch zeigen werden, kein Verzicht auf eine achsengerechte Wiederherstellung erwachsen. Auch kann man daraus nicht folgern, eine Achsenabweichung sei " ohne praktische Wichtigkeit für das Endresultat " (1). Darüber wird erst die Untersuchung der Gelenkebenen und ihrer möglichen Veränderungen nach fortbestehendem Achsenknick entscheiden können; denn das statische Ergebnis einer Frakturheilung liegt vor allem in den benachbarten

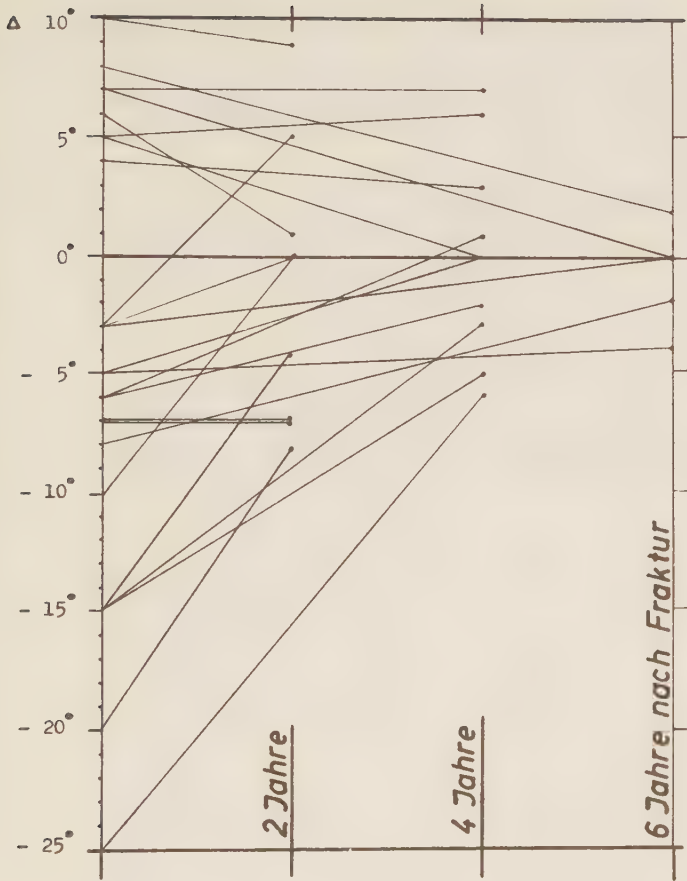


Abb.5 : Änderung der Oberschenkelkrümmung bei 24 Frakturen im Laufe von 2 , 4 , 6 Jahren

Gelenken. Das ist bisher zu wenig berücksichtigt worden, damit verliert die Betrachtung der Achsenknickung zunächst an Gewicht, ebenso unser scheinbar nicht sonderlich befriedigendes Ergebnis, daß nur ca. 50 % der Dislokationen sich vollständig ausgeglichen haben. Ähnliche Untersuchungen der folgenden Autoren führten zu etwa gleichen Werten :

Vontobel, Genton, Schmid (17):

Achsenknick von 5° - 20° zeigten im Lauf der Jahre in 40 % einen Ausgleich, soweit es sich um Varusknickungen handelte. Solche in Valgusstellung fanden sich in 50 % korrigiert, in 50 % etwas gebessert.

Berford u. Christensen (1):

Valgusknickungen: 15 Fälle, davon 2 osteosynthetisch,
13 konservativ behandelt.

Knick bei Entlassung: 14 Fälle unter 15° , 1 Fall 25° - 30° .
Die Nachuntersuchung ergab: 10 Fälle völlig korrigiert,
4 Fälle unter 10° ,
1 Fall mit 15° .

Die 3 Varusknickungen, von denen einer osteosynthetisch, zwei konservativ behandelt wurden, lagen alle unter 25° . Die Nachuntersuchung fand alle vollständig korrigiert. -

Zunächst ist zu fragen : Welche Winkelverhältnisse können sich überhaupt durch die dislocatio ad axin verändern ?

Durch den Achsenknick selbst steht das kraniale Fragment des Oberschenkels in einer veränderten Stellung zum Becken, das caudale zum Unterschenkel bzw. zur Traglinie (KTW). Die sekundären Veränderungen treten im Verlauf der Frakturheilung auf, und zwar :

- 1) durch die Schaftbegradigung ,
- 2) durch druckreaktives Wachstum der Epiphysen,
- 3) durch Adduktion bzw. Abduktion des Beins.

Das endgültige Heilungsergebnis (soweit man von "end - gültig" sprechen kann) ergibt sich aus der Summe (oder Differenz) der primären und sekundären Veränderungen .

zu 1) Der Mechanismus der Schaftbegradigung durch Ausfüllung der Konkavität, dh. durch Anbau von Knochensubstanz, ist vom Erwachsenen her bekannt und wird oft erwähnt(15). Abb.6 zeigt, wie sich dabei der CCD-Winkel und der KFW ändern können. Dieser Vorgang kann im Sinn einer der Möglichkeiten gedeutet werden, die dem Organismus (nach PAUWELS) zur Verfügung stehen, wenn z.B. ein Knochen exzentrisch belastet und damit auf Biegung beansprucht wird. Es gibt grundsätzlich vier Arten, diesen vermehrten Randspannungen entgegenzuwirken :

- a. durch Gegenlast (Beispiel : Zuggurtung),
- b. durch Verschiebung des Gewichtes über den Knochen ,
(Beispiel : seitliches Hüftthinken)
- c. durch Verschiebung des Knochens unter das Gewicht ,
- d. ein schräg stehender Knochen wird durch eine keilförmige Unterlage aufgerichtet und lotrecht gestellt.
(Beispiel: die physiologische Umformung des Neugeborenen-O-Beins in das physiologische X-Bein (zit. nach 12)).

Der Anbau von Knochensubstanz in die Konkavität der Schaftknickung ist also letzten Endes eine Verschiebung des Oberschenkels unter die Belastung zur Ausschaltung von Randspannungen.

zu 2) Das druckreaktive Wachstum der Epiphysen entspricht der vierten Möglichkeit: durch ein ungleiches Wachstum der einzelnen Anteile der Epiphysenfuge entsteht jener "Keil" (in der Modellvorstellung), der in unserem Fall den Oberschenkel wieder aufrichtet. (Abb.7) Auslösende Ursache für diese Regulation aus der Epiphysenfuge heraus ist wieder die veränderte Belastung, dh. die Epiphysenfuge wird nicht senkrecht von der Druckresultanten getroffen. Es ist ersichtlich, daß besonders der KFW und CCD von dieser Veränderung betroffen werden.

zu 3) Eine kompensatorische Ad- bzw. Abduktion des Oberschenkels kann besonders dann erfolgen, wenn die Rückbildung des Achsenknicks ausbleibt. Auch hierdurch wird die Kniebasislinie wieder in ein normales Verhältnis zur Traglinie gebracht. Es ergeben sich dann jedoch eventuell weitere Winkelveränderungen im oberen Sprunggelenk, wie gezeigt werden wird.-

Abb. 6 : Demonstration der Winkeländerung des CCD und KFW
durch Schaftbegradigung

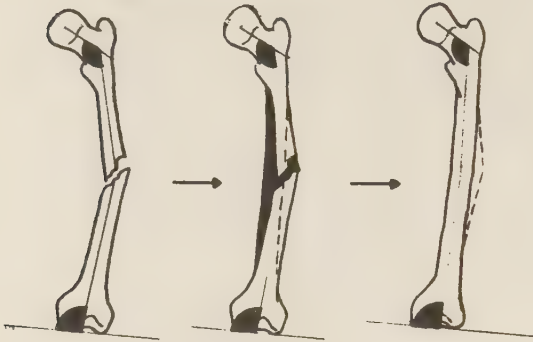


Abb. 7 : Schema nach F. Pauwels



Die Veränderungen im Kniegelenk :

Alle Befunde im Kniegelenk waren außerordentlich gering. Die Tab.1b zeigt, was die Ausmessung des KTW und des KFW an 26 primär dislozierten Fällen ergab. Der Wert für den KTW schwankte - immer im Vergleich mit dem nicht frakturierten Bein- zwischen 0° und maximal 4° (nur ein Fall !), der für den KFW zwischen 0° und 5° . Selbst bei Frakturen mit primären Dislokationen ad axin von 15° bis 25° , die also bei Entlassung eine sicher noch erhebliche Fehlstellung der Kniegelenksachse zur Traglinie aufwiesen (neben anderen Veränderungen), zeigte der KTW bei der Nachuntersuchung einen Seitenunterschied von höchstens 4° , meist betrug dieser jedoch nur 3° und weniger.

In Anbetracht dieser großen Kompensationsfähigkeit beim Kind mag es berechtigt sein, für einen Seitenunterschied bis zu 3° anzunehmen, er sei entweder noch ausgleichbar oder zumindest von keiner großen Bedeutung für eine frühzeitige "Alterung" und Osteoarthritis des Kniegelenks (vergl. 3,6). Auch die Fehlerbreite der Bestimmungsmethode und die physiologische Schwankungsbreite des KTW (Literatur darüber wurde mir nicht bekannt) ist zu bedenken.

Das Ausmaß der Dislokation, deren Bedeutung als Wachstumsreiz besonders von Aitken, Blount und Goff (nach 13) betont wird, scheint für das Kniegelenk einen entsprechenden Reiz zur spontanen Wiederherstellung der Winkelverhältnisse darzustellen.

Ermittelt man die Durchschnittswerte der KTW- und KFW-Differenzen zur Gegenseite für die einzelnen Intervalle (2, 4, 6 Jahre nach Fraktur) und trägt sie zeichnerisch auf, so ergibt sich : (Abb.8)

Der für das statische Ergebnis im Kniegelenk so wichtige Kniebasis-Traglinien-Winkel zeigt nach 2, 4 und 6 Jahren nur noch einen Unterschied zur Gegenseite von anderthalb Grad (im Mittel). Damit kann gesagt

Jahre n. Fraktur	OSK früher	OSK jetzt	CCD Δ	KFW Δ	KTW Δ	USK Δ	TUW Δ	TTW Δ	FTW Δ	
0 - 2	-10 10 -15 -7 -7 -3 6 -3 -20	0 9 -4 -7 5 1 0 -8	-1 -13 -5 4 5 1 5 1	3 1 0 1 0 -3 0 -1 1	0 3 0 1 -3 -2 -1 0 ?	0 1 5 -3 5 3 -1 ?	-4 -2 -5 -1 0 -2 -1 0 ?	-3 1 -2 -1 0 0 1 -1 ?	2 4 1 -5 -1 0 1 0 ?	Rö-Aufnahme fehlerhaft
2 - 4	-25 5 -6 -15 7 4 -15 +5 -6 -5	-6 6 1 -5 7 3 -3 0 -2 0	-22 -8 0 3 1 -8 -4 1 2 6	0 1 1 -3 1 1 0 -1 -4 -4	-3 2 0 -1 0 -3 0 -1 -3 1	0 -1 -1 0 -3 0 -1 7 0	1 5 0 3 2 1 2 1 0 2	0 8 2 0 3 -2 0 -1 3 -1	0 7 2 2 3 1 +1 -2 1 -8	
4 - 6	8 -8 -3 7 -5	2 -2 0 0 4	-3 3 0 3 7	1 0 -3 5 1	0 0 -2 4 1	-1 0 -4 0 -1	-2 -1 2 1 -2	-1 0 -2 3 -1	2 -1 -2 1 1	

Tab. 1b: Ergebnisse der Winkelmessung an 24
primär dislozierten Oberschenkelfrakturen

Grad

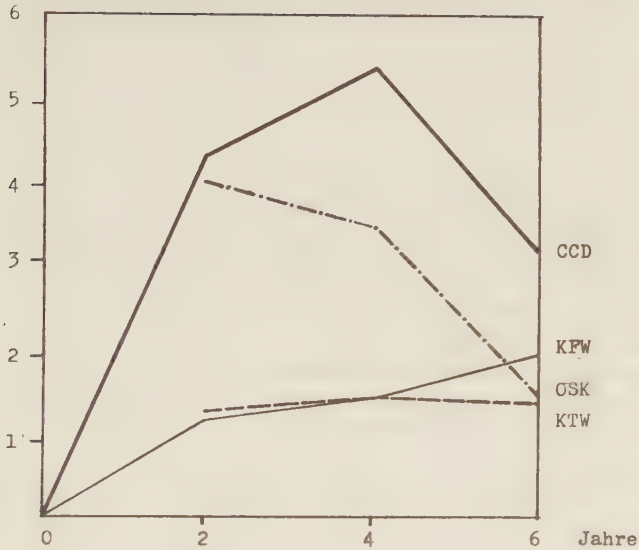


Abb. 8 : Winkelwertunterschiede zur Gegenseite, über 0-2, 2-4 und 4-6 Jahre nach der Fraktur gemittelt.

(Die wachstumsbedingte physiologische Änderung der Winkel wurde nicht berücksichtigt)

- = Kniebasis-Femur-Winkel
- - - - - = Kniebasis-Traglinien-Winkel
- = Centrum-Collum-Diaphysen-Winkel
- · - · - = Oberschenkel-Krümmungs-Winkel

werden, daß selbst erhebliche Achsenknickungen auf die Dauer keine Fehlbelastungen im Kniegelenk nach sich ziehen und das statische Ergebnis letztlich gut ist. Der entsprechende Wert des KFW, der etwaige sekundäre Veränderungen durch die Schaftbegradigung oder ungleichmäßiges Epiphysenwachstum anzeigt, beträgt je nach Zeitraum 1° - 2° . Auch diese Abweichung ist sehr gering, wenn sie auch eine leichte Tendenz zur Zunahme mit der Zeit zeigt. Danach entspreche in gewissem Sinn die Abnahme der Fehlstellung der Kniebasislinie zur Traglinie einer gegenständlichen Änderung des Kniebasisfemurwinkels. Die Verhältnisse sind jedoch komplizierter. So läßt sich aus unserer einzeitigen Untersuchung auch nicht entscheiden, welcher der beiden Mechanismen - Schaftbegradigung oder ungleichmäßiges Epiphysenwachstum - den Hauptanteil an der Veränderung des KFW hat. Wahrscheinlich wirken beide ineinandergreifend.

Von Interesse ist noch die Frage, welche Beziehung zwischen einer (noch) nicht ausgeglichenen Achsenknickung und dem zugehörigen KTW besteht. Es wurde schon gesagt und geht aus Tab. 1b hervor : Ein begradigter Schaft (sekundär) kommt nicht unbedingt - wenn auch häufig - einer Normalisierung des KTW gleich. Das beweist der Fall mit einem noch um 4° differierenden KTW bei völlig ausgeglichener Schaftknickung. Umgekehrt kann bei normalisiertem KTW durchaus noch eine Achsenknickung (in unseren Fällen bis zu 7°) bestehen. In diesem Fall gilt aber, daß die dislocatio " kompensiert ", d.h. statisch unbedeutend ist. (s.a. 17)

Die Geringfügigkeit der Befunde und die zu kleine Anzahl von Fällen erlaubt keine Aussage über den Einfluß der Lokalisation und Art der Fraktur auf das Ausmaß der genannten Veränderungen.

Eine Zusammenstellung von insgesamt 10 Kindern, deren Frakturen bei Entlassung exakt (bis zu 5° Achsenknickung) eingestellt worden waren, ergab in Bezug auf den KTW das beste Resultat: Die Abweichung von der Gegenseite lag bei einem Grad im Durchschnitt !

Die günstigste Bedingung für ein einwandfreies statisches Ergebnis ist zwar nach wie vor eine genaue achsengerechte Einstellung der Fragmente ; unsere Ergebnisse im Kniegelenk haben aber die zunichest berechnete Befürchtung mancher Autoren, die Fehlstellung der Gelenkebenen nach Oberschenkelfrakturen bleibe bestehen, nicht bestätigen können.
(6,17)

Auf etwa vorhandene Änderungen des Winkels zwischen Ober- und Unterschenkel, also auf Varisierungen bzw. Valgisierungen im Kniegelenk wird später eingegangen.

Die Veränderungen im Hüftgelenk :

In diesem Zusammenhang wollen wir an unserem Kranken - gut vor allem prüfen, ob es nach einer primären Achsenknickung des Oberschenkels zu einer symptomatischen Coxa vara bzw. valga kommen kann, wie in der Literatur vereinzelt behauptet, aber ebenso bestritten wurde(17).

An unseren Ergebnissen (Tab.2) fällt zuerst die Häufigkeit und das Ausmaß auf, mit der sich eine Veränderung des CCD-Winkels fand, besonders gegenüber den so geringen Befunden im Kniegelenk. In 14 von 32 Fällen = 44 % differierte dieser Winkel mit der Gegenseite um mehr als 3° (von 4° bis 22°). Offenbar sind an der Ver - formung mehrere Faktoren beteiligt wie :

Stellung der Frakturenden zueinander (dislocatio ad latus und ad axin), die Rückbildung der Fehlstellung, aber auch Längenänderungen des Beins. Eine Deutung, wie im Einzelfall es gerade zu dieser Veränderung kam, wird schwierig sein.

Wir können die Ergebnisse in zwei Gruppen teilen. In der ersten (4 Fälle) wies der CCD-Winkel eine Änderung im Sinne der primären Achsenknickung auf : war der Schaft z.B. in Varusstellung zur Heilung gekommen, so ergab sich eine Coxa vara. Die übrigen 10 Fälle hatten, und das war zunächst verwunderlich, eine gegensinnige Veränderung des CCD : also bei einem ursprünglichen Varusknick des Schaftes nun eine Coxa valga.

1) zur ersten Gruppe(Nr.2,5,9,12) zählen zwei subtrochanter Frakturen (Nr.5,9),die beiden anderen Brü - che betrafen die obere Hälfte des Oberschenkelchaftes. Überhaupt lokalisierten sich 13 dieser 14 Frakturen in der oberen Hälfte des Femurs, so daß man sagen kann : Die Bedingungen für eine mögliche Veränderung im CCD sind umso eher gegeben, je näher die Fraktur dem Tro - chanterbereich liegt. Dementsprechend wies die trochan - ternächste Fraktur (Nr.9),die in 25° Varusstellung be - lassen worden war, eine Coxa vara von 22° ,gemessen an

1	-13	10	9	1	3	5	5	-2	●	c	3	Q	0	1
2	-5	-15	-4	0	0	3	4	3	●	a	2	Q	2	1,5
3	4	-7	-7	1	1	2	23	-3	-	a	2	Sp	3	1,5
4	5	-7	-7	0	-3	-4	15	0	-	b	2	Sp	3	1,5
5	-8	-3	5	-3	-2	1	14	6	-	a	1	Q	3	1,5
6	-4	?	4	0	-2	3	29	6	-	a	2	Q	4	1,5
7	5	-3	0	-1	0	-1	0	1	●	b	2	S	1	1,5
8	-6	?	6	1	2	-6	18	0	-	b	2	Sp	8	2,0
9	-22	-25	-6	0	-3	3	27	-1	-	a	1	Q	4	2,0
10	-8	5	6	1	2	2	6	-1	●	b	2	S	2	2,0
11	-8	4	3	1	0	15	22	-1	-	a	2	Q	3	3,0
12	-4	-15	-3	0	-3	-4	7	3	-	b	2	Q	1	3,0
13	6	-5	0	-4	1	2	4	-4	●	b	2	Q	0	3,5
14	7	-5	-4	1	1	9	34	-5	-	a	2	S	4	6,0
Nr.	CCD- Differenz	OSK bei Entlassung (Differenz)	OSK bei Nachuntersuchung (Differenz)	KFW - Differenz	KTW - Differenz	GPL - Differenz (in mm)	Effektives Schaftmehrwachstum (mm)	SHL - Differenz (in mm)	primäre Schaftverkürzung (-)	Fragmentstellung	Femurmittel (Fraktur)	Frakturart	Alter bei Fraktur	Jahre nach Fraktur

Tab.2 : Daten zu den 14 Fällen mit CCD-Winkelveränderungen

- a= bei Entlassung caudales Femurfragment nach lateral, kraniales medial verschoben.
b= bei Entlassung caudales Femurfragment nach medial, kraniales nach lateral verschoben.
c= Fragmente stehen ohne dislocatio ad latus bei Entlassung.

der Gegenseite, auf. (Die Achsenknickung hat sich dabei fast ganz zurückgebildet !) Die Stellung der Fragmentenden, ob also das kraniale Fragment nach lateral oder medial ad latus verschoben ist, hat anscheinend keine entscheidende Bedeutung, es fanden sich beide Möglichkeiten in dieser Gruppe. Die Abb. 9 versucht, dies zu erklären.

Ein trochanternaher Bruch, der in einer deutlichen Varusstellung belassen wird, kann also durchaus später zu einer erheblichen Coxa vara (traumatica) führen, wie unser Ergebnis beweist. Ob dies auch für die in Valgusstellung verheilten Brüche zutrifft, d.h., ob sie zu einer Coxa valga führen können, läßt sich an unseren Fällen nicht zeigen. In jedem Fall sollten jedoch Frakturen in diesem Bereich besonders sorgfältig und genau in Bezug auf ihre Achsenknickung korrigiert werden, wobei allerdings die achsengerechte Annäherung der Bruchenden durch einen übermäßigen Zug der Adduktoren-muskulatur erheblich erschwert sein kann (?).

Wie läßt sich aber die gegensinnige Änderung des CCD in den 10 anderen Fällen erklären ? Auch hier ergab die Untersuchung keine konstante Beziehung zwischen der Ausgangsstellung der Fragmente (a, b oder c) und der eingetretenen Varisierung bzw. Valgisierung. Wenn auch die Veränderungen sich in Grenzen hielten (maximal 13°), (Vontobel hält z.B. in ihrer Arbeit Winkeländerungen des CCD von 8° - 10° für unerheblich) so ist es doch mindestens von theoretischem Interesse, wie es dazu kommt.

Es ist bekannt, daß die Epiphysen, so auch die Kopfepiphyse, immer einen Spannungsausgleich anstreben und " sich so quer wie möglich zur Krafttrichtung, d.h. zur Resultierenden einstellen." (10) Man spricht von einer " aktiven physiologischen enchondralen Wachstumsrichtungsinde- rung ". Die Abb. 10 (nach Mau, modifiziert) soll verdeutlichen, wie sich durch ungleichmäßiges Wachstum der Kugel in Abhängigkeit von dem Auftreffwinkel der Druckresultierenden eine Coxa vara bzw. valga entwickeln

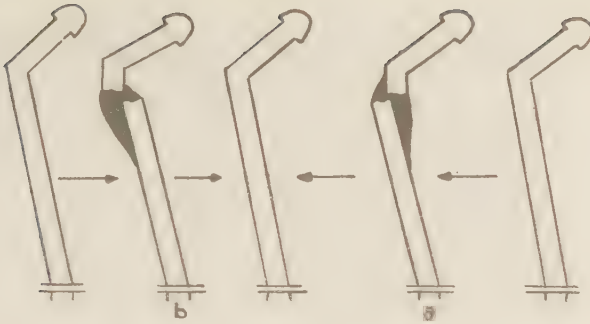


Abb.9 : Bei subtrochanteren Frakturen kann sowohl die Stellung a wie auch b zu derselben Veränderung des CCD-Winkels führen.

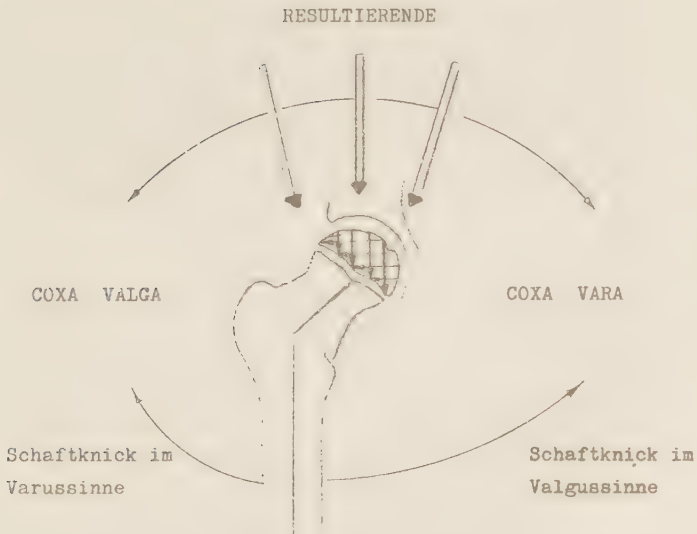


Abb. 10 : Der Auftreffwinkel der Resultierenden zur Epiphysefuge als einer der regulierenden Faktoren für den CCD-Winkel .

kann. Dabei ist es gleichgültig, ob einmal das Becken mit der Resultierenden gegen die Epiphysenfuge oder diese gegen die Resultierende kippt.

Es wird häufig beobachtet, daß sich an einem stark verkürzten Bein nach einiger Zeit - über eine Kippung des Beckens - eine Coxa valga entwickelt. Umgekehrt wird eine länger bestehende Verlängerung des Beins - wieder über die Änderung des Auftreffwinkels der Resultierenden - eine Coxa vara erzwingen. Im Fall Nr. 11, bei dem ein starkes Mehrwachstum des Schaftes zu einer derartigen Verlängerung führte, können wir diese Möglichkeit der Entwicklung einer Coxa vara annehmen.

Weitaus häufiger scheint die Achsenknickung selbst, dort, wo sie nicht primär ausgeglichen wurde, den Grundstein für eine gegensinnige Veränderung des CCD zu legen. Das kraniale Fragment als das beweglichere dreht den Schenkelhals und damit die Epiphysenfuge aus der normalen Stellung zur Resultierenden heraus. Bei einem Valgusknick z.B. nähert sich die Epiphysenlinie der Horizontalen (normale Neigung : ca. 25°), damit werden aber die latero-kranialen Anteile der Fuge stärker druckbeansprucht als die medio-caudalen; es kommt zum (druck-)reaktiven Mehrwachstum auf der lateralen Seite, das den ursprünglichen Winkel wiederherzustellen sucht : es resultiert eine Varisierung!

Mit diesem Mechanismus lassen sich alle 9 Fälle zwanglos erklären. Typisch und geradezu beweisend für diese Entwicklung ist Fall Nr. 1 : Es handelt sich um einen Bruch mit seitlicher Achsenknickung (Valgus) von 10° , die sich nach einem Jahr (noch) nicht zurückgebildet hat. Die Nachuntersuchung deckt eine Coxa vara im Vergleich zur Gegenseite von 13° auf !

Die erwähnte Regulation wird besonders anhaltend und deutlich zu erwarten sein in Fällen, deren Achsenknickung sich nicht ausgeglichen hat. Das bestätigen unsere Messungen: Die unverändert bestehenden Achsen-

knickungen (Fall 1,5,10,11,14) wiesen die stärksten Vari- bzw. Valgisierungen im CCD auf. (von 7° bis 13° , im Durchschnitt 9° Seitendifferenz !).

Es muß noch betont werden, daß wir unsere Ergebnisse nicht ohne weiteres als Endzustände betrachten dürfen, da die Längenänderung zusammen mit der Umformung des Achsenknickes und dem Epiphysenwachstum stetig vor sich geht. (Die Grenze dieser korrektiven Potenz des kindlichen Knochens wird in der Literatur meist mit 10 Jahren angegeben.)

Zusammenfassend läßt sich sagen : Extreme Valgi - bzw. Varisierungen der Hüfte von 15° - 20° müssen vermieden werden, wenn nicht konservativ, dann operativ. Einmal, weil der Zwitraum, in dem man mit einer spontanen Rückbildung von Fehlstellungen rechnen darf, begrenzt ist, zum anderen, weil die Coxa valga nach Frakturen ohnehin eine geringe Tendenz hat, sich zu normalisieren (10).

Schließlich sollen etwa bestehende (vor der Fraktur) Seitenunterschiede des CCD - Winkels bei der Frakturbehandlung berücksichtigt werden, um eine Summation von Winkelunterschieden zur anderen Seite auf alle Fälle zu vermeiden !

Veränderungen im oberen Sprunggelenk :

Von 30 primär ad axin dislozierten Frakturen des Oberschenkels wiesen 4 Fälle (= 13 %) eine deutliche Winkeldifferenz (4°,4°,6°,8°) im Talus-Traglinien-Winkel auf. (Es ist allerdings nicht bekannt, ob nicht etwa schon vor der Fraktur eine Fehlstellung des Fußes vorhanden war)

Die Tab. 3 zeigt die wissenswerten Daten dieser Kinder:

1.	8	5	7	2	6	5	2/3 SF	Antekurv.
2.	6	2	4	1	2	0	2/3 QF	sag.Disloc.
3.	4	4	3	2	2	0	2/3 QF	sag.Disloc.
4.	-4	-4	-2	-1	4	?	2/3 SF	sag.Disloc.
	TTW Δ	TUW Δ	FTW Δ	KTW Δ	OSK Δ heute	OSK Δ bei Fraktur	Lok. Art d.Fraktur	bei Entlassung

Die vier Fälle seien kurz aufgeführt :

1) 6-Jähr., bei Entlassung noch starke Antekurvatur , daneben mäßiger Achsenknick in Frontalebene von 5°. Die Nachuntersuchung zwei Jahre später deckt bei normalisiertem KTW ein frakturseitiges Genu valgum von 4° auf. Das Bein ist deutlich sichtbar in Adduktionsstellung geschwenkt worden, was eine Vergrößerung des TUW (5°) und des TTW (8°) bedingt.

2) 5-Jähr., bei Entlassung nur noch (mäßige) dislocatio ad axin sagittal. 2 1/2 Jahre später keine Winkelveränderung in der Frontalebene, aber Genu valgum von 6° , Bein ebenfalls etwas adduziert, TTW 6°.

3,4) 0- und 2-Jähr., mit TTW-Differenzen von 4° , also eine geringe Fehlstellung. Der eine war bei Entlassung nur ad axin sagittal, der andere nur frontal disloziert. Alle übrigen Winkelverhältnisse waren normal.

Man sieht : Bei fehlender oder nur geringer Achsenknickung in der Frontalebene kann eine solche in der Sagittalebene eine mäßige bis deutliche Fehlstellung

im oberen Sprunggelenk nach sich ziehen. Damit liegt die Forderung auf der Hand, auch eine Re- oder Ante-kurvatur, deren Rückbildung nach Literaturangaben unwahrscheinlich ist (17), primär exakt auszugleichen.-

Offenbar begünstigt ein frakturbedingtes Genu valgum bzw. varum, aber auch eine nicht ausgeglichene Achsenknickung das Auftreten einer Fußdeformität, besonders im Sinne eines Knickfußes; denn in zumindest einem Teil der Fälle wird die eigentliche Fehlstellung im oberen Sprunggelenk herbeigeführt durch eine Ad- oder Abduktion des gesamten Beins, ein Vorgang, der sozusagen um der Statik des Kniegelenks willen geschieht. (Der KTW war in allen Fällen normalisiert !) Dabei muß sich zwangsläufig der TUV und der TTW ändern. \

Es ergibt sich auch die wichtige Forderung, bei der Behandlung von Oberschenkelfrakturen die heute so häufig anzutreffenden Fußdeformitäten zu berücksichtigen. Ist eine solche vorhanden, so wird man der durch die Fraktur völlig veränderten Situation des Muskel- und Bändergefüges Rechnung tragen und einen Ausgleich mit entsprechendem orthopädischen Schuhwerk anstreben. Nur so kann man einer möglichen Verstärkung der Fehlstellung durch frakturbedingte Winkeländerungen vorbeugen .

Weitere Umformungen des Beins :

Die bisherige Untersuchung der kindlichen Oberschenkelfraktur hat gezeigt :

Das ganze Bein reagiert als funktionelle und statische Einheit auf die Fraktur. Die spontane Korrektur der Fehlstellung kann auf verschiedene Weise und auf verschiedene -
nen " Ebenen " (des Beins) zustande kommen. Es besteht aber auch die Möglichkeit, daß bei diesem Vorgang neue Fehlstellungen entstehen.

So wird gelegentlich bei Brüchen , die mit Achsenknickung abheilen, beobachtet, daß der Unterschenkel

seine Krümmung ändert, und zwar meist gegensinnig zur Abwinkelung des Oberschenkels. Auch unter unseren Fällen fanden sich drei derartige Gegenknickungen (über 4°), von denen eine kurz aufgeführt sei :

Es handelt sich um einen mit 15° im Varussinn abgeheilten Oberschenkelbruch (2-jähriger Junge), der bei der Nachuntersuchung 1 1/2 Jahre später einen Ausgleich des Achsenknicks bis auf -4° zeigte. Der CCD - Winkel war um 5° variiert. Gleichsam um den anfänglichen Varusknick von 15° zu kompensieren, hatte sich der Unterschenkel (über das mehrfach betonte ungleichmäßige Epiphysanwachstum) im Gegensinn um 5° abgeknickt - so, wie etwa ein elastischer Stab, im oberen Teil auf Biegung beansprucht, mit seinem unteren Teil federnd in eine Gegenbiegung ausweicht. Diese Valgisierung im Unterschenkel bringt " folgerichtig " eine Veränderung im Winkel zwischen Talustangente und Unterschenkel (TUV) mit sich, die mit 5° gemessen wurde (ohne daß sich dadurch der TTW geändert hätte !).

(In dieser Modellvorstellung, die die Plastizität und Reaktionsfähigkeit des gesamten Beins als einer Einheit verdeutlichen soll, bleibt unberücksichtigt, daß in Wirklichkeit in die Reaktionskette ein Scharniergelenk eingeschaltet ist. Es ist also, besonders im Hinblick auf eine Präarthrose, nicht gleichgültig, ob die Gelenkebene horizontal oder geneigt steht.)

Es sollte nur gezeigt werden, wie das Bein -einem elastisch federnden Stab vergleichbar- sooft entlang seiner Gesamtachse " gebrochen " werden kann, als es ein bestehenbleibender Achsenknick im Oberschenkel erfordert, ohne daß damit eine Fehlbelastung verbunden sein müßte. Die Summe der Krümmungen und Gegenkrümmungen kann sich so aufheben.

Das Verhalten der Beinlängen :

Über die nach kindlichen Oberschenkelfrakturen häufig beobachteten, oft erheblichen Längenänderungen des Beins und ihre Ursachen herrschen auch noch Meinungsverschiedenheiten. (Zusammenfassungen darüber finden sich bei 4 und 16). Die wichtigsten Vorstellungen seien kurz skizziert :

Die entscheidende Wachstumsbeschleunigung des frakturierten Beins geht von der Epiphyse aus. Die möglichen Ursachen liegen

1) in einer veränderten Durchblutung :

Durch die Kontinuitätstrennung der Schaft- und Periostgefäße und die Blutstauung im Frakturbereich erhalten die Wachstumsfugen des Oberschenkels nunmehr von der Epiphyse her einen vermehrten Blutstrom. Im gleichen Sinn einer " stimulierenden Hyperaemie " (16) nimmt das Bruchhämatom mit der nachfolgenden Callusbildung Rückwirkung (auf neu - rovegetativem Weg) auf die Epiphysenfuge. Wie oben bereits angedeutet, kommt diese Mehrdurchblutung auch der Femurkopf- und der proximalen Tibiaepiphyse zugute. Es ist daher mit einer gleichzeitigen Verlängerung des Schenkelhalses, des Ober- und Unterschenkelchaftes zu rechnen. (16,9)

2) in einer lokalen Reizung der Epiphysenfuge :

Hierher gehören vor allem die Brüche mit einer in der Folge grob veränderten Statik, ferner der von einigen Autoren gefundene zusätzliche Wachstumseffekt durch Fremdkörperreiz nach Nagelung (13).

3) Eine weitere Möglichkeit der Beinverlängerung nach einer OS-Fraktur kann sich bei einer durch extrem langes Krankenlager bedingten Aufrichtung des Schenkelhalses (Valgisierung) ergeben. (16)

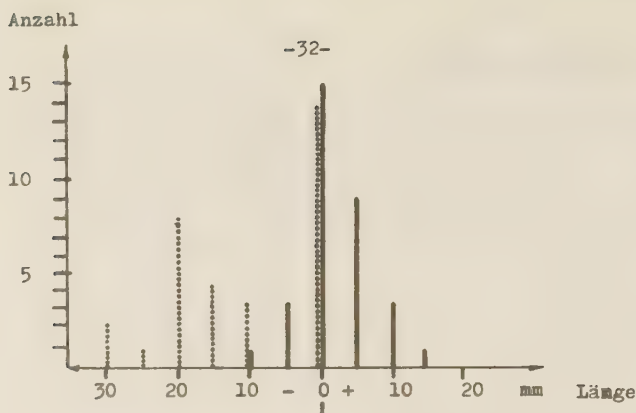


Abb.11: Zusammenstellung der Längendifferenzen des Beins
bei Entlassung (···) und bei Kontrolluntersuchung
(|)

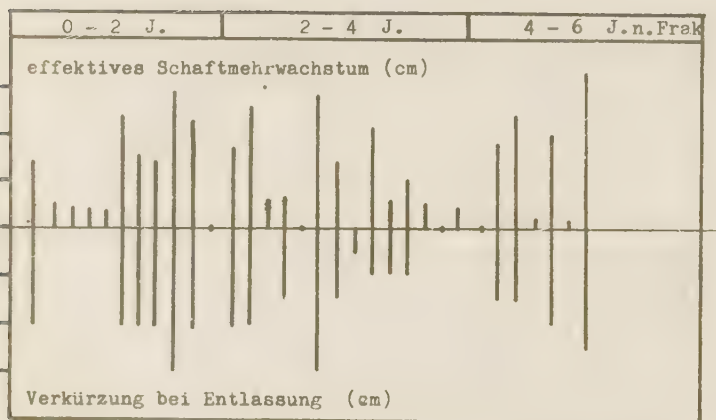


Abb.12 : primäre Verkürzung und effektives Mehrwachstum
des Oberschenkelschaftes von 32 Fällen

Die Angaben über das durchschnittliche Ausmaß der Verlängerung schwanken zwischen 1.0 und 2.0 cm. (Ehelt, Flacn u. Kudlich, Renbein u.a.) Auch über den Abschluß der Wachstumsbeschleunigung gehen die Aussagen auseinander. Einige seien sinngemäß zitiert :

Flacn u. Kudlich (4): Dauer der Wachstumsbeschleunigung innerhalb des 1. Jahres nach Fraktur abgeschlossen.

Gréville u. Ivins (5): Verlängerung erscheint im 1. Jahr nach der Fraktur, danach ist sie fixiert.

Renbein u. Hoffman (13): Längenwachstum beschleunigt bis zum 6. Monat nach Versorgung der Fraktur, kann aber bis zum Ende des zweiten Jahres anhalten.-

Eigene Ergebnisse :

Die Beinlänge wurde an 32 Röntgenaufnahmen der Kontrolle ausgemessen. (Femurkopfmittelpunkt — Mittelpunkt des oberen Sprunggelenks) Die so ermittelten Werte umfassen also alle möglichen Längenänderungen von Ober- und Unterschenkel. Die jeweilige Differenz bei Entlassung ergab sich aus den alten Röntgenbildern (Verkürzung des Schaf-tes). Eine Gegenüberstellung der Frühergebnisse und der bei der Nachuntersuchung gefundenen Werte zeigte :

BEINLÄNGEN	BEI ENTLASSUNG	BEI NACHUNTERSUCHUNG
identisch	44 %	47 %
verlängert	0 %	41 % (bis 1.5)
verkürzt	56 %	12 % (bis 1.0)

s.a. Abb. 11 !

Eine Aufschlüsselung nach dem Ausmaß der primären Verkürzung gibt die Tab. 4 (vgl. auch Tab. 4a und 4b)

Insgesamt waren danach von den primär verkürzten Beinlängen nach 2, 4 oder 6 Jahren

33 % ausgeglichen,

22 % noch verkürzt (bis zu 1.0 cm),

45 % verlängert (bis zu 1.5 cm).

Die Kontrolluntersuchung zeigte, daß 97 % unserer Fälle gleiche oder um höchstens ± 1.0 cm abweichende Beinlängen hatten.

Verhalten der Beinlänge			
bei Entlassung		davon heute	
identisch	14	identisch :	9
		verlängert: 0.5 cm	4
		verlängert: 1.0 cm	1
verkürzt um 1.0 cm	3	verkürzt : 0.5 cm	1
		identisch :	1
		verlängert: 1.5 cm	1
verkürzt um 1.5 cm	4	identisch :	1
		verlängert: 0.5 cm	3
verkürzt um 2.0 cm	8	verkürzt : 0.5 cm	2
		verkürzt : 1.0 cm	1
		identisch :	3
		verlängert: 0.5 cm	1
		verlängert: 1.0 cm	1
verkürzt um 2.5 cm	1	verlängert: 1.0 cm	1
verkürzt um 3.0 cm	2	identisch :	1
		verlängert: 0.5 cm	1
	Fälle		Fälle

Tab. 4 : Die Beinlängen von 32 Kindern bei Entlassung und bei der Kontrolluntersuchung , nach der primären Verkürzung geordnet . (vgl. auch Tab. 4 a und 4 b !)

Jahre nach Frakt.	Alter	bei Frakt.	Femurdrittel	Frakturart	OSS-Verkürzung bei Entlassung (mmΔ)	OSSL (mmΔ)	OSL (mmΔ)	effektives Schaft- mehrwachstum mm	USL (mmΔ)	GBL (mmΔ)	SHL (mmΔ)
1	2	2	S		20	- 6	- 8	14	0	- 8	0
1	2	1	Sp		0	6	3	6	1	5	- 3
1	0	3	Q		0	5	4	5	2	5	- 2
1.5	2	2	Q		0	4	3	4	1	3	3
1.5	2	2	S		0	4	1	4	-1	2	- 1
1.5	3	2	Sp		20	3	2	23	0	2	- 3
1.5	3	2	Sp		20	- 5	- 4	15	-1	- 4	0
1.5	3	1	Q		20	- 6	1	14	2	1	6
1.5	4	2	Q		30	- 1	3	29	1	3	6
1.5	3	2	S		20	3	1	23	-1	1	- 3
1.5	1	2	S		0	0	+ 1	0	-3	-1	1
2	8	2	Sp		20	- 2	- 5	18	-2	- 6	0
2	4	1	Q		20	7	- 2	27	5	3	- 1
2	2	2	S		0	6	4	6	0	2	0
2.5	5	2	Q		15	- 7	- 3	8	0	- 2	7
2.5	2	2	S		0	1	- 2	1	3	2	- 2
2.5	5	2	Q		30	- 1	- 4	29	2	- 1	- 2
2.5	2	2	S		15	0	5	15	0	6	5
2.5	0	3	GH		0	- 5	- 6	- 5	5	- 1	0
3	3	2	Q		10	12	9	22	5	15	- 1
3	1	2	Q		10	- 3	- 3	7	-1	- 4	3
3.5	0	1	S		10	1	1	11	-1	- 1	- 2
3.5	6	2	S		0	5	7	5	6	8	- 5
3.5	0	3	GH		0	1	2	1	0	2	0
3.5	0	2	Q		0	4	3	4	0	2	- 4
4	0	2	Q		0	- 2	- 4	- 2	0	- 4	0
4.5	3	2	S		15	4	5	19	-2	3	3
4.5	2	2	S		15	9	7	24	0	7	- 2
4.5	3	1	Q		0	2	1	2	0	2	- 1
5	1	2	S		20	1	7	21	2	8	5
6	1	2	Inf		0	2	0	2	0	0	- 1
6	4	2	S		25	9	5	34	4	9	- 5

Tab.4 a : Seitenvergleich der Oberschenkelchaft-,Schenkelhals- und Unterschenkellänge an 32 Fällen

CCD in Graden	OSK in Graden	KFW in Graden	KTW in Graden	USK in Graden	TUV in Graden	TTW in Graden	FTW in Graden	OSSL in mm	OSL in mm	USL in mm	GBL in mm	SHL in mm		
li re	li re	li re	li re	li re	li re	li re	li re	li re	li re	li re	li re	li re		
<u>1381</u> 37184184	91	94	90	90178178	97	93	95	92185187	236230	264256	235235	500492	35	35
<u>1441</u> 43183180	92	93	91	90180176	98	96	92	91183183	210204	229226	194193	424419	23	26
<u>1531</u> 40176185	87	88	86	89166167	105	103	94	95179181	174179	190194	178180	370375	21	19
<u>1341</u> 39176180	90	90	86	86175170	95	100	90	92187186	206202	225222	199198	424421	28	25
<u>1331</u> 31180184	91	88	86	85177175	97	93	97	93189187	214218	234235	204203	3438440	26	25
<u>1411</u> 37186193	84	83	90	89177180	98	99	92	93179184	283280	313311	126426	4577575	36	39
<u>1361</u> 31180187	91	91	87	90173174	99	99	93	93186187	262267	288292	325325	4542546	36	36
<u>1461</u> 38185190	93	90	92	90174179	99	97	94	94184185	250244	271272	224324	5520521	30	36
<u>1381</u> 34186190	94	94	94	92179179	106	107	103	103184185	269268	294297	262263	555558	31	37
<u>1351</u> 34182181	91	91	89	90177174	100	101	94	93182182	264261	291290	253254	544544	35	38
<u>1371</u> 42180180	93	92	88	88178177	92	92	91	90186186	208208	299300	211208	440439	26	27
<u>1321</u> 26182188	96	97	93	95176177	93	93	90	90184184	346344	379374	317315	695689	45	45
<u>1501</u> 28188182	88	88	90	87180180	98	99	95	95186186	270277	304302	225225	7557560	40	39
<u>1421</u> 34180186	93	94	89	91169168	92	97	84	92183190	220226	244248	217217	6669671	30	30
<u>1381</u> 38189188	88	89	90	90175177	99	99	94	96183185	286279	312309	255255	567565	32	39
<u>1391</u> 36180185	85	88	86	87175176	100	97	91	91181183	254253	276278	240237	517515	30	32
<u>1431</u> 45193191	91	90	94	93180180	93	91	93	87188184	296297	335339	285283	620621	46	48
<u>1341</u> 33190183	91	90	91	90176176	99	97	96	93187184	258258	286281	249249	536530	37	32
<u>1361</u> 34185184	91	88	90	88173175	104	104	99	99187184	204199	224224	181891	94413412	26	26
<u>1301</u> 38192189	93	92	95	95172175	98	97	90	92185184	318306	347338	297292	644629	38	39
<u>1331</u> 29180177	93	93	91	88172172	99	101	90	90182183	322229	253250	223222	477473	31	34
<u>1331</u> 34183183	93	92	90	90175174	99	100	94	93184182	222223	243244	211210	455454	30	28
<u>1291</u> 27187189	86	90	87	90184177	94	94	92	89185184	336331	369362	312306	680672	48	53
<u>1351</u> 36187186	90	90	92	91174174	99	98	91	91182182	228229	251253	217217	469471	32	32
<u>1431</u> 37180180	90	94	89	88180180	90	88	87	88180188	212208	234231	206206	442440	26	30
<u>1401</u> 39183181	94	91	91	89173174	101	97	97	93190187	221223	241245	209209	451455	28	28
<u>1261</u> 29132190	91	90	92	92176177	95	97	91	92187185	320316	350345	283285	633630	46	43
<u>1391</u> 36190192	90	90	94	94176176	96	97	94	94183184	296287	326319	269269	595588	37	39
<u>1311</u> 31184184	92	95	89	91173177	92	90	85	87183185	310308	340339	283283	620618	40	41
<u>1341</u> 31183183	95	90	92	88178178	100	99	97	94185184	263262	293286	250248	543535	39	34
<u>1341</u> 34185184	95	96	93	93179180	94	93	92	91187185	275273	304304	247247	551551	40	41
<u>1451</u> 38186190	94	93	95	94176177	96	98	93	94184183	364355	397392	320316	716707	40	45

Tab.4 b : Gesamtdaten der 32 Kinder. In der ersten Spalte ist die jeweils betroffene Seite unterstrichen .

(Vgl. Vontobel (17) : 88 % ,
Barford (1) : 77 % .)

53 % der nachuntersuchten Kinder wiesen ungleiche Beinlängen auf. (Zum Vergleich : Unterschiede der Beinlängen bis : ± 1.0 cm finden sich normalerweise bei 8 % aller Menschen (zit.nach 4)).

Am Stand der Beckenkämme gemessen, hatten nur 2 Kinder (die zu den 5 Fällen mit leichter skoliotischer Fehlhaltung der Lendenwirbelsäule zählten) eine Längendifferenz der Beine von über 1.0 cm.

Wenn man das Ende der Wachstumsbeschleunigung mit zwei Jahren nach der Fraktur ansetzt und sich nicht auf den von einigen Autoren angegebenen frühzeitigen Schluß der Wachstumsfugen des betroffenen Beines (Odell, Leydig) verlassen will, so zeigen unsere Ergebnisse :

Eine zwei Jahre nach der Fraktur noch bestehende Verlängerung des frakturseitigen Beines gleicht sich (nach Literaturangaben) nicht mehr aus (13). Nach diesem Zeitraum hatten in unseren Fällen noch 4 Kinder eine Verlängerung von 1.0 - 1.5 cm. Wegen der Geringfügigkeit dieser Veränderungen war das hier nicht erheblich. Diese Tatsache ist jedoch von großer Bedeutung, wenn Differenzen von über 2 cm bestehen, vor allem in Bezug auf eine vorzunehmende Absatzkorrektur oder die Indikationsstellung zu ausgleichenden Osteotomien.

Um das Ausmaß der Längenänderungen und seine Bedingungen beurteilen zu können, ist es vorteilhaft, die Verhältnisse im Femurschaft, Schenkelhals und Unterschenkel gesondert zu betrachten.

Überschenkelschaft :

Aus dem Unterschied zwischen der Verkürzung bei Entlassung und dem Längenbefund bei der Nachuntersuchung läßt sich das effektive Schaftmehrwachstum angeben. (Dabei vernachlässigt man noch etwa 0.5 cm, die nach BÖHLER für die Nekrose- und Resorptionszone im Frakturgebiet veranschlagt werden müßten.) In Abb.12 wurden diese Werte mit der jeweiligen ursprünglichen Verkürzung korreliert.

Es zeigte sich, daß das Ausmaß der Wachstumsbeschleunigung der primären Verkürzung proportional ist, so daß im Endeffekt keine wesentlichen (über 1 cm) Unterschiede der Beinlängen auftraten. Dies entspricht auch den Ergebnissen zahlreicher Autoren. (z.B.4,17 u.a.)

Durchschnittlich betrug das Längenmehrwachstum unserer 32 Frakturen 1.3 cm (0-3.4 cm). Ordnet man die Frakturen nach dem Alter der Kinder, nach Lokalisation und Art der Fraktur, so findet sich keine Abhängigkeit im Ausmaß des Menrwachstums von diesen Faktoren. (vgl.4)

Eine Ausnahme bilden jene Frakturen, die die Epiphyse selbst schädigen : In einem derartigen Fall (supracondylärer Wulst-bzw. Stauchungsbruch) blieb der betroffene Oberschenkel etwa um 0.5 cm hinter der anderen Seite in seinem Wachstum zurück. (nach 2 1/2 Jahren). Ein ebensogroßes Mehrwachstum des Unterschenkels glich diese Differenz jedoch genau aus.

Der einzige eindeutige Unterschied in der Wachstumsbeschleunigung fand sich in Abhängigkeit von der primären Verkürzung : Die primär nicht verkürzten Brüche zeigten bei der Kontrolle nur ein durchschnittliches Mehrwachstum von ca. 0.5 cm gegenüber 2.0 cm der primär verkürzten. (Auch fand sich keine sichere Abhängigkeit von der anfänglichen dislocatio ad axin) Bei Brüchen, deren Enden nicht der Fläche nach aufeinandergesetzt werden, sind also grundsätzlich größere Wachstumsbeschleunigungen zu erwarten als bei solchen ohne dislocatio ad latus. (AITKEN und BLOUNT haben auf die Bedeutung der groben Dislokation hingewiesen. Dazu rechnen Trümmerbrüche, solche mit ausgedehnter Weichteilbeteiligung, in weiterem Sinn aber auch alle Manipulationen zur Einrichtung !) Die besten Resultate im Hinblick auf eine gleiche Oberschenkelschaftlänge waren bei den primär um ca. 1.5 cm verkürzten Frakturen zu verzeichnen. Dieser ungefähre Wert wird von maßgeblichen Autoren als erstrebenswert für eine anfängliche Verkürzung angesehen. (EHALT, BARFORD u. CHRISTENSEN, BLOUNT u.a.)

Die Schaftverlängerung nach Frakturen folgt also einem unspezifischen (s.a. bei 4) Reiz, dessen Stärke im wesentlichen von der dislocatio ad latus (und der dadurch möglichen Verkürzung) abhängt.

Eine Zusammenstellung der Fälle, bei denen eine Beinverlängerung von 0.5 cm und darüber vorlag, zeigte, daß der gesamte Oberschenkel an dieser Differenz einen durchschnittlichen Anteil von 75 % hatte. Die restlichen 25 % verteilten sich auf den Unterschenkel. In den 75 % sind enthalten die Längenänderung durch das Schaft- und Schenkelhalswachstum und Änderungen im CCD-Winkel .-

Schenkelhals :

Der Anteil des Schenkelhalses an der Längendifferenz des ganzen Beins war gering. Immerhin ergaben sich in 19 der 32 Fälle (= 59 %) Seitenunterschiede der Schenkelhalslänge von 2-7 mm, darunter 8 Verlängerungen und 11 Verkürzungen . Exakte Angaben über physiologisch vorkommende Unterschiede waren nicht bekannt.

Verlängerungen :

Achtmal zeigte der Schenkelhals ein Mehrwachstum der Frakturseite von durchschnittlich 4.7 mm, was ca. 15 % der Schenkelhalslänge entsprach. Prüft man , in wieviel Fällen bei Entlassung eine Verkürzung des Schaftes bestand, so ergibt sich :

Schaft bei Entlassung	davon Schenkelhals jetzt
verkürzt 10	verkürzt (M=3mm) 6 längengleich 5 verlängert (M=5mm) 7
nicht verkürzt 14	verkürzt (M=3mm) 5 längengleich 8 verlängert 1

Zu denken gibt, daß in beiden Gruppen etwa gleiche Verkürzungen nach Zahl und Ausmaß gefunden werden. Dies könnte dahingehend gedeutet werden, daß ein Unterschied von 2-3 mm in der Technik der Bestimmung der Schenkelhalslänge und in einer physiologischen Schwankungsbreite seine Erklärung findet, d.h. gar nicht frakturbedingt ist. Ganz offensichtlich besteht jedoch bei den Verlängerungen eine Beziehung zur primären Schaftverkürzung. Ein starker Wachstumsreiz bei den seitlich dislozierten und verkürzten Brüchen führt also auch im Schenkelhals (analog zum Schaft) über eine vermehrte Durchblutung der Epiphysenfuge zur Verlängerung. Diese Brüche lagen mit 5mm über der durchschnittlichen Wachstumsbeschleunigung des Schenkelhalses von 4.7 mm.

Ein zunächst vermuteter Zusammenhang zwischen Schenkelhalsverlängerung und CCD-Winkel ließ sich nicht bestätigen, wenn auch in der Gruppe der Verlängerungen, wie Tab. 5 zeigt, fast nur verringerte Winkelwerte vorkommen im Gegensatz zu den meist erhöhten der Verkürzungsgruppe. Auch die Häufung von Querbrüchen in der einen und Schrägbrüchen in der anderen Rubrik haben- auch wegen der zu geringen Zahl der Fälle-keine sichere Aussagekraft.

Verkürzungen :

Elfmal war der Schenkelhals der Frakturseite verkürzt. (Durchschnitt 3 mm). Ob alle diese Differenzen frakturbedingt sind, war nicht zu entscheiden, da Längenmessungen im Bereich von mm an den alten Röntgenbildern aus bereits erwähnten Gründen zu ungenauen Ergebnissen führen würden. Immerhin kamen Differenzen bis zu 13 % der Schenkelhalslänge vor. Eine Erklärung für ein derartiges Zurückbleiben im Wachstum kann jedoch nicht gegeben werden.

VERLÄNGERUNGEN												VERKÜRZUNGEN											
3	12	2	Q	-	4	-	5	4	-15	-	4	3	12	1	Sp	-	6	1	6	0	3		
6	20	1	Q	+	14	-	8	-6	-	3	5	2	10	3	Q	-	5	-13	5	10	9		
6	19	2	Q	+	29	-	4	-1	?		4	3	8	2	Sp	+	23	4	3	-	7	-7	
7	22	2	Q	+	8		0	-7	-	6	1	3	8	2	S	+	17	1	-6	6	1		
5	16	2	S	+	15		1	0		7	7	2	6	2	S	-	1	3	1	-15	-5		
3	10	2	Q	+	7	-	4	-3	-15	-	3	2	4	2	Q	+	29	-2	-1	0	2		
3	7	2	S	+	19	-	3	4		8	2	2	7	1	S	+	11	1	1	5	0		
5	15	2	S	+	21		3	1		7	0	5	9	2	S	-	5	2	5	-	6	-2	
												4	13	2	Q	-	4	6	4	-	5	0	
												2	5	2	S	+	24	3	9	-	8	-2	
												5	11	2	S	+	34	7	9	-	5	-4	
Schenkelhalslängendifferenz																							
% der Schenkelhalslänge																							
Femurdrittel																							
Frakturart																							
Primär verkürzt																							
Effektives Schaftwachstum (mm)																							
CCD- Differenz °																							
OSL-Differenz (mm)																							
OSK ° bei Entlassung (Seitendifferenz)																							
OSK ° bei Nachuntersuchung (")																							
Schenkelhalslängendifferenz																							
% der Schenkelhalslänge																							
Femurdrittel																							
Frakturart																							
Primär verkürzt																							
Effektives Schaftwachstum (mm)																							
CCD- Differenz °																							
OSL-Differenz (mm)																							
OSK ° bei Entlassung (Seitendifferenz)																							
OSK ° bei Nachuntersuchung (")																							

Tab.5 : Schenkelhalslängendifferenzen und zugehörige Daten von 19 Kindern

Das Verhalten des Unterschenkels :

Wir haben gesehen, daß der Unterschenkel etwa 25 % Anteil an der endgültigen Längendifferenz der Beine hatte. (Bei einem Kind sogar 75 % !)

Insgesamt konnte bei 13 von 32 Fällen eine reaktive Längenänderung der Tibia von über 1 mm festgestellt werden. Über das Vorkommen derartiger Wachstumsbeschleunigungen im Unterschenkel wurde schon mehrfach berichtet. (1, 5, 18) Die Angaben über ihre Häufigkeit schwanken jedoch zwischen 7 % und 65 % der Femurfrakturen. Erklärt wird diese Erscheinung mit der bereits erwähnten vermehrten Durchblutung auch der Tibiaepiphysen und einer möglicherweise veränderten Statik, da sich die " Epiphysenfugen (der Tibia) auch an dem Bestreben beteiligen, die Gesamtbeinachse zu korrigieren ". (Gréville, N.R. and Ivins, J.C., zit. nach 13) Unter den 13 gefundenen Längenänderungen waren

10 Verlängerungen des Unterschenkels zu verzeichnen.

Die Oberschenkelfraktur lag dabei sechsmal im mittleren, je zweimal im unteren und oberen Drittel. (Barford und Christensen fanden nur Brüche des mittleren Drittels.) Quer- und Schrägfrakturen verteilten sich gleichmäßig, so daß man von keiner Abhängigkeit von der Lokalisation oder Art der Fraktur sprechen kann. Das Ausmaß der Verlängerung bewegte sich zwischen 2 und 6 mm (= maximal 3 % der gesamten Unterschenkelänge), der Durchschnitt betrug 3.6 mm.

Wachstumsbeschleunigungen des Unterschenkels kamen besonders bei solchen Oberschenkelbrüchen vor, die mit einem überdurchschnittlichen effektiven Schaftmehrwachstum des Femur einhergingen. Dieses lag bei den primär verkürzten Fällen bei 2.5 cm (gegenüber einem Durchschnitt von 2.0 cm aller primär verkürzten Frakturen ohne Auswahl in Bezug auf eine etwaige Verlängerung des Unterschenkels). Bei Oberschenkelbrüchen, die stark verkürzt zur Heilung kommen, kann also ein Mehrwachstum

des Unterschenkels von ca. 0,5 cm vorkommen. In fünf unserer zehn Fälle mit Verlängerung des Unterschenkels war dieser Zusammenhang offenbar.

Ein weiteres Kind wies eine Schädigung der Oberschenkelepiphyse auf, was eine Schaftverkürzung von 0,6 cm nach sich zog, die jedoch von einem um 0,5 cm verlängerten Unterschenkel ausgeglichen wurde. Vielleicht kam diese "Kompensation" auf dem Weg einer ausgeprägten Hyperämie zustande.

Bei zwei Kindern schließlich fiel ein stärkerer Unterschied in der Unterschenkelkrümmung auf (beide Male im Sinn einer Valgisierung von 5° bzw. 7°), der auf eine stattgefundene druckreaktive Veränderung des Epiphysenwachstums hinweisen und so eine Verlängerung des Unterschenkels erklären könnte.

In zwei Fällen ließ sich keine Erklärung für das vermehrte Wachstum des Unterschenkels finden.

Wir fanden also ein frakturseitiges Mehrwachstum des Unterschenkels

1. in Fällen mit gleichzeitiger überdurchschnittlich großer Wachstumsbeschleunigung im Oberschenkel (infolge der Dislokation der Fraktur),
2. in Form der partiellen Wachstumsbeschleunigung, wenn die Unterschenkelepiphyse fehlbelastet wird (durch den Achsenknick).

Verkürzungen :

In drei Fällen war der Unterschenkel der Frakturseite gering verkürzt. (2,2 und 3 mm) Es handelte sich nur um Schrägfrakturen des 2. Oberschenkel Drittels. Gréville gibt als mögliche Ursache für ein derartiges Zurückbleiben des Wachstums eine langdauernde Ruhigstellung der Extremität an, was bei unseren drei Kindern nicht als Erklärung in Frage kommt. Ein Seitenunterschied von 2 mm könnte jedoch auch im Bereich normaler Schwankungsbreite liegen.

Zusammenfassung :

Der Nachuntersuchung von 32 meist achsendislozierten kindlichen Oberschenkelbrüchen lag die Frage zugrunde : Welche Auswirkungen einer Achsenknickung auf Hüft-, Knie- und Sprunggelenk lassen sich mittels röntgenologischer Messungen feststellen ?

Die Ergebnisse sind :

- 1) Die dislocatio ad axin zeigt eine deutliche Tendenz zum spontanen Ausgleich. Dabei wird die Konkavität der Bruchenden zunächst callös, später knöchern ausgefüllt.
- 2) Der für das statische Ergebnis der Frakturheilung entscheidende Kniebasistraglinienwinkel (KTW) hat sich im Laufe einiger Jahre bis zu einer Seitendifferenz von 3° bis 0° normalisiert ! (Nur ein Fall mit 4° Seitendifferenz) Es wird die Bedeutung der partiellen Wachstumsbeschleunigung der Epiphysenfuge als druckreaktive Reaktion aufgezeigt.
- 3) Frakturbedingte Fehlstellungen im Kniegelenk nach konservativer Behandlung können sich also durchaus zurückbilden, selbst bei noch bestehendem deutlichen Achsenknick. (Vgl. 6)
- 4) Die Veränderungen im CCD-Winkel sind häufiger und ausgeprägter als im Kniegelenk. Ihr Ausmaß hängt sehr wahrscheinlich von dem Grad der Rückbildung des Achsenknicks ab.
- 5) Es findet sich kein sicherer Zusammenhang zwischen der Stellung der Femurfragmente bei Entlassung und der Winkeländerung des CCD (im Varus- oder Valgussinne).
- 6) Trochanternahe Brüche führen, wenn eine stärkere Achsenknickung in Varusstellung belassen wird, sehr wahrscheinlich zu einer Coxa vara .
- 7) Brüche im zweiten und dritten Drittel des Oberschenkels haben dagegen meist eine zur primären Achsenknickung gegensinnige Veränderung des CCD zur Folge. Es wird versucht, dies mit einer partiellen Wachstumsbeschleunigung der Femurkopfepiphyse zu erklären.

- 8) Frakturbedingte Winkeländerungen im Sprunggelenk und in der Unterschenkelkrümmung haben besondere klinische Bedeutung im Hinblick auf die weit verbreiteten Fußdeformitäten (Summationseffekt). Sie zeigen, wie das ganze Bein als funktionelle Einheit an dem " Bestreben " teilnimmt, die Gesamtbeinachse zu korrigieren.
- 9) Das Ergebnis der 32 konservativ behandelten Brüche im Hinblick auf die Seitendifferenz der endgültigen Beinlängen ist gut : 53% der Kinder wiesen ungleiche Beinlängen bis zu einer Differenz von maximal 1.5 cm auf.(Vgl. die bei 8% aller Menschen vorkommenden Unterschiede bis zu +/- 1.0 cm !)
- 10) Das effektive Schaftmehrwachstum, das im Durchschnitt unserer Fälle bei 1.3 cm liegt, entspricht in seinem Ausmaß der Stärke des Wachstumsreizes, der durch die dislocatio ad latus und die damit meist verbundene Verkürzung gegeben ist.
- 11) Der frakturseitige Schenkelhals zeigt erhebliche Wachstumsbeschleunigungen (bis zu 22% der Gesamtlänge des Schenkelhalses).
- 12) Auch der Unterschenkel der Frakturseite weist ein allerdings geringeres Mehrwachstum auf.(in 41%)
- 13) Schenkelhals- und Unterschenkelmehrwachstum zeigt in den meisten Fällen eine auffallende Parallelität zu gleichzeitiger Wachstumsbeschleunigung des Oberschenkels. Nach der Vorstellung vom Übergreifen der Reizwirkung des hyperämischen Frakturgebietes auf die Nachbarepiphyse ist dies verständlich.
- 14) Die konservative Behandlung der Oberschenkelfraktur des Kindes bis zu einem Alter von 8-10 Jahren führt zu einwandfreien funktionellen und statischen Ergebnissen (selbst im Fall fortbestehender mäßiger Achsenknickungen). Die Mehrzahl der Autoren tritt daher mit voller Berechtigung dafür ein. (BAUMANN, EHALT, WEISSCHEDEL, WEBER, SCHENK u.a.)

- 15) Bei schlecht eingerichteten Frakturen kann es zu erheblichen Veränderungen im Hüft- und Sprunggelenk kommen, deren Bedeutung als mögliche Präarthrose-Faktoren nicht unterschätzt werden sollte. Unsere Ergebnisse sind in den Fällen am besten, bei denen die Fraktur primär exakt stand. Es ist daher an der Forderung nach einer genauen achsengerechten Einrichtung aller Frakturen festzuhalten.

LITERATUR - VERZEICHNIS

1. Barford, B., Christensen, Joh.: Act.Chir.Scand.116, 235/1953
2. Baumann, E.: Helv.Chir.Acta 26, S.241 /1959
3. Ehalt, W. : Verletzungen bei Kindern und Jugendlichen ,
F.Enke-Verlag , 1961
4. Flach, A., Kudlich, H.: Zbl.Chir. 87, S.2145-2153/1962
5. Gréville, M.R., Ivins, J.C.: Amer.J.Surgery 93, S.376 /1957
6. Hackettal, K : Langenbecks Arch.f.Klin.Chir.Bd 304, S.621/1963
7. Heinzel, J. : Langenbecks Arch.f.Klin.Chir.Bd 295, S.309/1960
8. Krebs, H.,
Streichner, H.J.: Arch.Orthop.Unfallchir. Bd 52, S.413-437/1960
9. Lambrecht, R.: Chirurg 25, S.536 /1954
10. Mau, H.: Arch.Orthop.Unfallchir.Bd 49, S.427-452 /1957
11. Müller, M.E.: Die Hüftnahe Femurosteotomien .
Georg Thieme Verlag 1957
12. Pauwels, F. : Verhandlungen der Deutsch.Ortnop.Gesellsch.
45.Kongreß /57 , S.34-56
13. Rehbein, F.,
Hoffman, S. : Langenbecks Arch.f.Klin.Chir.Bd 304, S. 39/1963
14. Schenk, K.H.: Langenbecks Arch.f.Klin.Chir.Bd 286, S.144/1957
15. Schüttemeyer, W., Flach, A.: Mschr.Unfallheilkunde 53, 4 / 1950
16. Singer, H., Kraft, W. : Münch.Med.Wschr.103, S.1421 / 1961
17. Vontobel, N., Genton, R., Schmid, Zürich :
Die Spätprognose der kindl.dislozierten Femurschaftfraktur.
Helv.Chir.Acta 28, S.655-670 /1961
18. Weber, B.G. : Arch.f.Orthop.u.Unfallchir. 54, S.713 /1963
19. Weisschedel, E.: Langenbecks Arch.f.Klin.Chir. Bd 304,
S.632 /1963

Lebenslauf

Am 22. Januar 1941 wurde ich als einziges Kind des Dipl.-Volkswirtes Dr. Otto Schwacke und seiner Ehefrau Helene, geb. Lindner, in Düsseldorf geboren.

Von 1947 bis 1951 besuchte ich eine Volksschule in Aachen. Hier trat ich auch in das Einhard-Gymnasium ein, an dem ich am 10. März 1960 meine Reifeprüfung ablegte.

Im gleichen Frühjahr schrieb ich mich als Student der Medizin an der Universität Heidelberg ein, um nach dem dort bestandenen Vorphysikum nach München überzuwechseln. Die restlichen neun Semester schloß ich an der hiesigen Universität am 21. Dezember 1965 mit dem Staatsexamen ab.

Ich stehe nun vor der mündlichen Doktorprüfung über ein kinderärztliches Thema.

Mein Berufsziel ist Internist.

